官能品評資料的統計分析方法之正確使用

◎農試所農藝組 魏夢麗 呂秀英

一、前　　言

爲幫助實際工作者能夠更清楚了解官能品評資料分析的方法及其特點，不至於被繁瑣的推導和形式複雜的公式所迷惑，本文特地將官能品評資料常用的統計方法，依照試驗目的和資料特性加以整理歸納，並給予一整體而簡明的介紹。

二、何謂官能品評

隨著生活水準的提高，人們不單只爲了生存，也爲了滿足慾望來選擇食物。消費者對食品的需求逐漸取決於品質的高低，一個食品所能提供的滿足慾愈高，受喜愛的銷售量也會愈好。但是滿足慾如香不香、味道如何、脆不脆及好不好吃，或品質項目如外觀、色澤、香氣、味道、質地及營養成分等，雖然有些都可以利用物理和化學等方法來測量，但絕大多數仍必須經由人們感官喜好與經驗來評價。因此如何利用人們的感官來判定食品的品質特性，並找出能左右人們選擇食品的因素，不單是一般業者所感興趣的課題，也是學術界戮力研究的方向。

人們利用官能品評（sensory evaluation）技術的歷史久遠，從西元前320 年希臘人記載氣味方面的實驗處理開始，便陸續投入有關官能品評的實驗及討論。在工廠裡，研究發展、品質管制、生產、市場經銷和販賣等部門的人員，與產品從生產到銷售每一過程都有直接的關係，產品能否受到消費者之歡迎，他們要負直接的責任，因此官能品評技術成爲他們用來回答此問題之重要工具。其他如學術研究人員研究產品品質與接受性的一些應用性方面以及基礎科學等，也都會運用到官能品評技術。官能品評技術的應用範圍非常廣泛，如新產品開發、產品改良、品質維持、標準設定與市場調查等；食品方面的顏色、味道、香味、組織等品質測定；紙、印刷工業檢定顏色、光澤、皺紋及均稱性；汽車工業檢測：乘坐時的舒適感、設計、噪音、塗漆、損傷等；纖維工業的編織質地細膩感、染色、穿著時之感覺；化妝品的顏色、香味、物性評定等等。

明瞭官能品評的重要性，以美國食品科技學會（Institute of Food Technologists，IFT）在1975 年對官能品評所下的定義最爲貼切，那就是：以科學的方法藉著人的視、嗅、嚐、觸及聽等五種感覺，來測量與分析食品或其他物品性質的一門科學。換句話

作者：魏助理研究員夢麗
聯絡電話：04-23302301轉129

說，官能品評係以科學的方法包括心理、生理、物理、化學與統計學等基本知識的了解及運用，以提高品評結果之精確度和再現性。

三、如何確保官能品評結果的可信度

官能品評的應用廣泛且頻繁，但從許多官能品評試驗的發表論文中，我們常常會發現有許多論點是相左或相矛盾的，其之所以容易發生錯誤的原因可能是：

(一)未能清楚了解品評試驗的主題及目的，以致使用了不恰當的試驗設計。

(二)常運用某一種品評方法於所有試驗，並嘗試以所得結果回答問題，而忽略試驗間可能存在的差異性。

(三)使用人數不夠的品評團，當品評人員訓練不夠時就會呈現品評員間之大差異，於是無法控制外在因素的影響，所得的答案便不足以解釋普遍大眾的習性或趨勢。品評員的人數、構成、選擇、訓練、素質及所處環境，嚴重影響品評試驗的精確度。

(四)未能充分瞭解官能品評資料的特性，因而選用了不適當的統計方法，作了不正確的分析結果解釋及結論。

爲了減少錯誤，就像其他試驗一般，我們在進行官能品評前首先應了解試驗目的，然後選擇正確的官能品評試驗方法，將所獲得的品評試驗資料特性清楚分類後，再以合適的統計方法進行分析。然而官能品評的試驗設計和資料統計分析方法可能就有好幾種，各有其優點及缺點，沒有一個方法能取代任何一種方法成爲獨一無二。因此進行品評試驗的人必須要認清自己的試驗目的來做方法的選擇標準，相信循此等步驟分析出來的結果，必會讓品評資料分析的錯誤降到最低，使品評結果的可信度提高。

四、試驗資料特性與統計分析方法間的關係

數理統計中經常遇到的資料可以分爲以下四類：

(一)計量的。例如高度、重量、溫度等，這類資料的特點是連續且有單位的。

(二)計數的。例如一稻穗穀粒數、單位面積內害蟲個數、機關內員工總人數、喜好某種食品的總人數等，這類資料的特點是非負整數。

(三)有序的。有些資料既無法計量，也無法計數。例如顏色、好吃與否、喜歡程度、觸摸感覺、抗病能力等，只能評出一個順序，而無法量化。我們通常爲標記方便，往往將這類有序的量用等級1,2,3....來表示，這些整數實際上是反映出偏好或深淺的程度，並不具有計數的意義，因此兩者不能混淆，在統計分析方法上也不相同。

(四)名義的。有些資料是不計量的、計數的，也不是有序的，而僅僅是一個名義值。例如給各種不同的顏色、品種、書籍、性別等賦以代號或代碼等，這些代號值只是名義的作用，與順序、大小並無統計意義。

上述四類資料，也可概分爲兩類：定量資料（計量的和計數的）、定性資料（有序的和名義的）。定量資料的統計分析是與連續（計量）或離散（計數）的隨機變量的分布有關，在一般的統計教科書中，這是主要的、甚至是全部的論述對象。定性資料的統計分析，在一般的統計教材書籍則較少提及，除非是談到有關非介量統計分析方面的書籍。

實際問題中，往往是定量和定性的資料同時出現，所以把定性資料數量化之後，就可以全部作爲定量的資料來統一處理。然而定性資料的數量化方法可以很不相同，其所得結論是否會與數量化方法有關，就使人產生疑慮，因此尋求一種與數量化不相干的分析方法就顯得十分重要。

由於官能品評的資料型態通常是好吃與否、喜歡程度、或是等級的比較資料，因此它的資料屬性大多爲有序或計數的資料，偶而有些爲名義資料。它的統計分析，有將其數量化後當作定量資料處理的方式，也有將定性資料直接利用非介量統計方法來分析的作法。

五、介量與非介量統計分析方法間的區分

大多數的假設檢定以比較事物間的差異，都是在族群分布已知的前提下進行的。例如常見的 t 及 F 測驗，都是在族群分布爲常態（normal distribution）以及變方爲同質的前提下進行分析。一般我們在進行統計分析時，針對有特定分布的計量資料，根據所求得的平均值及標準差等之介量（parameter，或稱母數、參數）建立的統計方法進行推論，通常可獲得正確的結論而且效率也較高；即便資料分布並非常態，我們仍可利用變數轉換（transformation）將資料轉化爲常態分布，例如將原變數 X 轉換爲$\log X$、$1/X$、$\sin^{-1}X$等，再進行統計分析。但是統計上常見的卡方（χ^2）測驗，資料沒有一定的分布，所以並不強調資料的分布型態，故沒有特定的前提或假設，這類資料大都是計數資料，它沒有平均值及變方，因此也就無須估算特定的參數，也不以介量爲推論對象，這種方法屬於非介量統計分析或無母數統計分析法（nonparametric statistics）。除了卡方測驗以外，非介量統計分析法中根據樣品的順序統計量的「序」爲基礎的測驗方法，處理的對象就是有序資料。

如果資料屬於有介量，則不適合採用非介量的測驗法，因爲非介量統計分析法未引用族群分布型態的訊息，若資料能符合統計分布前提時，其推論效率不如傳統的介量推論方法；一般在資料符合常態分布的情況下，使用非介量統計法的效率大概僅達介量統計法效率的0.60～0.96之間。但是非介量統計分析法仍有其應用範圍和優點，由於它不限定分布型態，限制條件較少，甚至於僅有正負符號的資料均可進行分析，而且適合小樣品資料，計算簡單易懂、易解釋，因此在統計分析上也佔有一席之地。它在應用上，如同介量統計法一樣，都必須根據試驗目的及樣品性質來選擇適當的分析方法。例如比較兩樣品平均值間之差異，針對連續的計量資料，我們通常使用 t 測驗，同樣地針對等級或正負符號的資料，在非介量統計法中也可以找到相對應的類似方法，像是符號測驗、Wilcoxon 符號等級測驗或Mann-Whitney-Wilcoxon 測驗。又例如，兩個常態分布變量（如產量與株高）之間的相關關係，一般使用Pearson 簡單線性相關係數（simple linearcorrelation）來分析，但若是兩種有序資料（如抗病等級或倒伏等級）之間的相關關係，則應該使用Spearman 順位相關分析（rank correlation）。依照試驗資料統計分析的目的來區分，各種介量及非介量統計分析方法的適用性，茲整理如表一。

表一、介量與非介量統計分析法間的類似性對照表

試驗目的	樣品性質	介量統計法（類似）	非介量統計法	在常態分布下非介量對介量的相對效率
平均值差異	單一或成對樣品	常態或學生氏 t 測驗	符號測驗 Wilcoxon符號順位測驗	0.637
	兩獨立樣品	常態或學生氏 t 測驗	Mann-Whitney-Wilcoxon 測驗	0.955
	多獨立樣品	F測驗(單向變方分析)及處理間多重比較	Kruskal-Wallis 測驗及Dunn成對處理間比較法	0.955
	多關連樣品	F測驗(逢機區集變方分析)及處理間多重比較	Friedman 測驗及Hollander-Wolfe 成對處理比較法	0.955k/(k+1)
分散性變異	兩獨立樣品	F測驗	Siegel-Tukey 測驗	0.608
相關性分析	兩關連樣品	Pearson 簡單線性相關	Spearman 順位相關或 Kendall 一致性測驗	0.912
	多關連樣品	F測驗(逢機區集變方分析或平衡不完全區集變方分析)	Kendall 一致性測驗	0.955k/(k+1)

六、官能品評資料所適用的統計分析方法

一般官能品評的方法可分爲三大類，不同品評方法所獲資料均具有不同的特性，應據此選擇適合的統計分析方法，表二是一個大致的分類，表中所列是一般常用的統計方法，簡單說明如下：

(一)消費性（喜好或接受性）測驗。此牽涉到個人情感、本身喜好、測定喜好程度等，故品評員本身對產品的喜好直接與他的反應有關，因此評分是根據品評員對產品喜好度。例如有某種產品具蒜味的成份，甲品評員不喜歡蒜味的話，他的評分就很低。

這類資料常是好吃與否、喜歡程度、或是1,2,3...等級比較，即沒有測定單位的有序資料，倘若數量化後可以符合常態分布，就可以使用介量方法中的t 測驗或變方分析法（若有序資料經數量化後並不符合常態分布，可利用變數轉換使其呈常態，但必須注意轉換後的資料是否容易解釋），但是若沒有一定的分布，且樣本很小，就考慮採用非介量統計分析法中的符號或順位測驗。

(二)差異性測驗。用來測定產品之間是否有差異存在，故品評員絕對不能將自己本身的喜好影響到他的評分。例如兩種防曬乳液的防曬效果的試驗結果比較，會將所有參與試驗的人在使用這兩種不同乳液後，依照不同曬傷等級分級並登記人數，這樣的資料爲計數資料，可使用介量統計法中的t 測驗或變方分析法，但最常使用的是兩向關聯表的卡方測驗或二項測驗（卡方測驗是以計數資料進行分析，若將計數資料換算成比例後則可以使用二項測驗）。定性資料的多向關聯表在實際上並不常見，利用對數線性模型（log-linear model）分析時，必須樣品數很大，否則表中會產生很多缺值，但缺值又不因素略去，然後壓縮成較低維的表，如2x2

表二、官能品評資料特性與統計分析方法間的關係

試驗目的	樣品性質	統計分析法	
		介量法	非介量法
消費性（喜好或接受）	兩樣品	t 測驗	符號測驗、Wilcoxon 符號順位測驗或Mann-Whitney-Wilcoxon 測驗
	多獨立樣品	單項變方分析之F測驗及處理間多重比較	Kruskal-Wallis 測驗及Dunn 成對處理間比較法
	多關連樣品	逢機區集變方分析之F測驗及處理間多重比較	Friedman 測驗及Hollander-Wolfe 成對處理比較法
差異性測驗	兩獨立樣品	t 測驗	兩向關連表之卡方測驗或二項測驗
	多獨立樣品	變方分析	多向關連表之卡方測驗或對數線性模型分析
描述性測驗	兩項樣品	Pearson 簡單相關	Spearman 順位相關或Kendall 一致性測驗
	多項樣品	變方分析 典型相關 主成份分析 判別分析 聚集分析....等	Kendall 一致性測驗 Logistic 回歸模型或對數線性模型分析

或3x3 ，再以卡方測驗進行分析。這樣雖然在統計數理上有其缺失，但較為方便。

㈢描述性測驗。用來描述官能品質特性及其強弱，包括質與量的試驗。例如分析某一食品的理化成份、營養含量及品質評價等級以探討這些特性之間的關係，這類資料可能同時包含有定量及定性的資料。在只有兩個變量的場合中，若經數量化的資料呈常態分布時，可用 pearson 簡單相關之介量統計法，但若為有序資料，則採用 Spearman 順位相關分析之非介量統計法。至於多變量的場合，問題就比較複雜些，必須根據自變數和隨變數的資料型態作不同的選擇，但我們只要把握住基本原則，就能夠作正確的判斷。在一般的線性統計模式中，自變數（independent variable，或稱獨立變數）可為定量或定性資料，但隨變數（dependent variable，或稱依變數）通常為連續的定量變數。若官能品評資料的隨變數可以被數量化處理時，也可使用一般線性統計模式，例如常用的回歸分析、典型相關、變方分析、主成份分析、判別分析、聚集分析等來解析自變數和隨變數之間的關係。但是當隨變數含有定性資料時，例如品評員評價等級的一致性比較，可使用Kendall 一致性係數，又例如多種米製食品之品嚐優劣是否受到不同品評員性別、稻米品種、食品份量、添加物含量等之影響研究，就可以考慮用logistic 回歸模型分析來描述其間的關係。logistic 回歸包括了相當一大類的問題，它可以討論定性、定量的自變數對一個定性隨變數的關係，是否獨立，不獨立時又會具有什麼形式

的關連，線性的還是非線性的，....等等。有時候，將計數資料換算成比例，以二項分布的觀點出發時，我們也可以將一個logistic回歸模型看作一個對數線性模型。

當然，適用於官能品評的統計方法，不僅限於本文所敘述的這些方法而已。必須注意的是，即使是同一類品評資料，適用的統計方法可能不只一種，而且同一套品評資料使用不同統計分析方法進行分析，所得結果也可能不盡相同。因此，最好的辦法就是根據試驗目的及樣品性質，從中選擇適當的統計方法，並由可能不同的分析結果中，歸納出較為一致的結論或趨勢。

七、參考文獻

沈明來。1997。實用無母數統計學與計數資料分析。九州圖書文物有限公司。台北。

區少梅。1997。食品官能品評技術講習。國立中興大學食品科學系。台中。

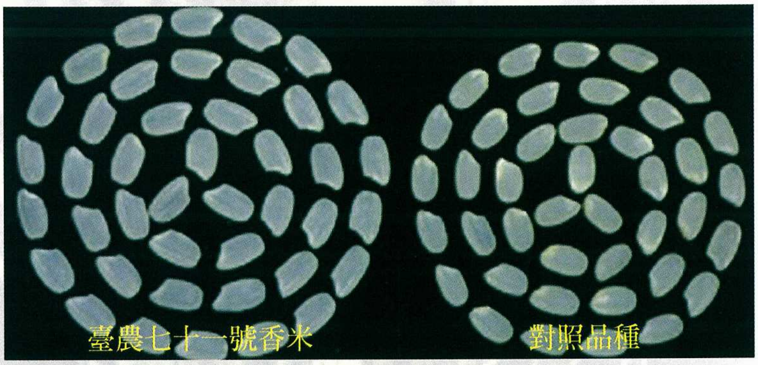
經濟部商品檢驗局。1984。食品官感檢查手冊。經濟部商品檢驗局編印。台北。

陳超塵。1991。統計學。台灣商務印書館。台北。

張堯庭。1991。定性資料的統計分析。廣西師範大學出版社。

Gibbons, J. D. 1976. Nonparametric Methods for Quantitative Analysis. International Series in Decision Processes。

Lindsey, J. K. 1995. Introductory Statistics - A Modelling Approach. Clarendon press, Oxford.



臺農七十一號香米外觀晶瑩剔透，米飯黏彈性佳，且具濃濃的芋頭香味。